

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-355700

(43)Date of publication of application : 26.12.2001

(51)Int.Cl.

F16H 19/04
B62D 5/04
F16H 55/24

(21)Application number : 2000-179497

(71)Applicant : NOK VIBRACOUSTIC KK

(22)Date of filing : 15.06.2000

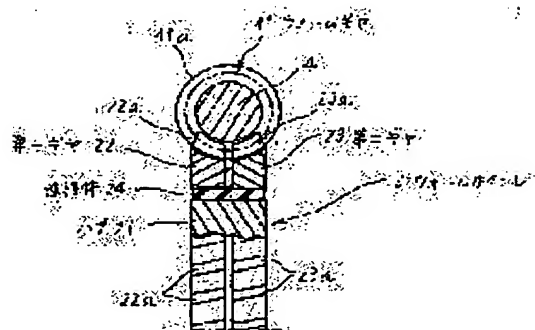
(72)Inventor : YANAGI JUNICHIRO
YONETANI MITSUHIRO

(54) VIBRATION CONTROL STRUCTURE FOR ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively reduce vibration of a steering column and tooth striking sound of a gear caused by ruggedness of a road surface during a traveling.

SOLUTION: A tooth 41a of a worm gear 41 is held from both sides of a circumferential direction by teeth 22a and 23a of first and second gears 22 and 23 connected via an elastic body 24 on an outer periphery of a hub 21 of a worm wheel 2. Therefore, even if vibration is inputted from the steering column side to the worm wheel 2 due to ruggedness of the road surface during the traveling, the vibration is absorbed by the elastic body 24, excitation on an output shaft of an electric assist motor is effectively suppressed, backlash of an engagement part is eliminated and thereby generation of tooth striking sound can be prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-355700

(P2001-355700A)

(43) 公開日 平成13年12月26日 (2001. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード* (参考)
F 1 6 H 19/04		F 1 6 H 19/04	L 3 D 0 3 3 A 3 J 0 3 0
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	
F 1 6 H 55/24		F 1 6 H 55/24	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-179497(P2000-179497)

(22) 出願日 平成12年6月15日 (2000. 6. 15)

(71) 出願人 000102681

エヌ・オー・ケー・ビブラコースティック
株式会社

東京都港区芝大門1丁目12番15号

(72) 発明者 柳 順一郎

神奈川県藤沢市辻堂新町4-3-1 エ
ヌ・オー・ケー・メグラスティック株式会
社内

(74) 代理人 100071205

弁理士 野本 陽一

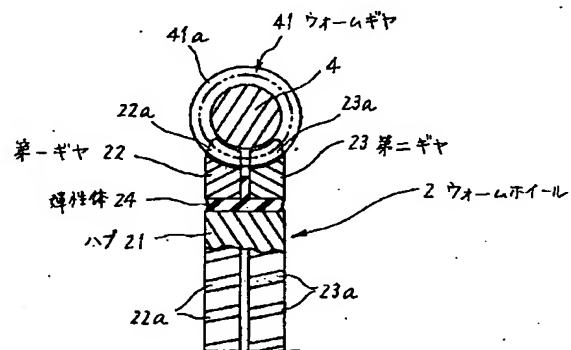
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置の防振構造

(57) 【要約】

【課題】 走行中の路面の凹凸等に起因するステアリングコラムの振動及びギヤの歯打音を有効に低減する。

【解決手段】 ウォームホイール2のハブ21の外周に弾性体24を介して連結した第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aで、ウォームギヤ41の歯41aを円周方向両側から挟み込むようにする。このため、走行中の路面の凹凸に起因して、ステアリングコラム側からウォームホイール2へ振動が入力されても、この振動は弾性体24によって吸収されるので、電動アシストモータの出力軸への加振が有効に抑えられ、啮合部のバックラッシュが解消されるため、歯打音の発生を防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動アシストモータ(3)により回転されるウォームギヤ(41)が、操舵出力軸(1)に装着されたウォームホイール(2)と啮合した構造を備える電動パワーステアリング装置において、

前記ウォームホイール(2)が、ハブ(21)の外周に軸方向に並んで同心的かつ捩り変位可能に配置された互いに同一歯数かつ同一ピッチの第一及び第二ギヤ(22, 23)と、

これら第一及び第二ギヤ(22, 23)をその歯(22a, 23a)の位相が互いに異なる状態で前記ハブ(21)に弾性的に連結する弾性体(24)とを備え、

前記第一及び第二ギヤ(22, 23)の歯(22a, 23a)が前記ウォームギヤ(41)の歯(41a)を啮合位置で円周方向両側から挟み込むことを特徴とする電動パワーステアリング装置の防振構造。

【請求項2】 電動アシストモータにより回転されるウォーム軸(4)に形成されたウォームギヤ(41)が、操舵出力軸に装着されたウォームホイール(2)と啮合した構造を備える電動パワーステアリング装置において、

前記電動アシストモータの出力軸(5)に相対回転が阻止されると共に軸方向移動可能な状態に係合されたスライダ(6)が、中空に形成された前記ウォーム軸(4)の端壁部(42)の内周に、スプリング(7A, 7B)の付勢力によって軸方向移動可能な状態に螺合され、このスライダ(6)に、前記端壁部(42)に軸方向両側から当接可能なストッパ(62, 63)が設けられ、前記スプリング(7A, 7B)が、前記スライダ(6)を、前記ストッパ(62, 63)を前記端壁部(42)と非接触とする中立位置に向けて付勢してなることを特徴とする電動パワーステアリング装置の防振構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば自動車の電動パワーステアリング装置において、走行時の路面の凹凸等による振動及びギヤの歯打音を低減するための防振構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車の電動パワーステアリング装置は、基本的には図9に示されるような構造を備える。すなわち、電動パワーステアリング装置100は、ステアリングホイール101から延びる操舵入力軸102の先端に、トルクセンサ105により操舵トルクが検出されるトーションバー103を介して操舵出力軸104が連結され、この操舵出力軸104に形成されたピニオンに、左右へ移動することにより車軸の方向を変える操舵ラック(図示省略)が啮合している。前記操舵出力軸104にはウォームホイール108が取り付けられており、このウォームホイール108には、電動アシストモ

ータ106の出力軸に連結されたウォームギヤ107が啮合されている。

【0003】すなわち、この種の電動パワーステアリング装置100は、運転者がステアリングホイール(ハンドル)101を回転させようとする時の操舵トルクによって、操舵入力軸102と操舵出力軸104の間に介在するトーションバー103に捩り変形が与えられると、その捩りトルクの方向及び大きさが、トルクセンサ105により検出され、その検出信号に基づいて、図示されていない制御装置により電動アシストモータ106への電流が制御され、この電動アシストモータ106の出力軸に連結されたウォームギヤ107と、これに啮合しているウォームホイール108からなる減速機構によって、操舵出力軸104に、前記ステアリングホイール101による操舵トルクの方向へ補助操舵トルクが与えられるようになっている。

【0004】電動パワーステアリング装置100においては、走行中の路面の凹凸等によって、車軸側から操舵出力軸104、トーションバー103及び操舵入力軸102で構成されるステアリングコラムへ振動が伝達されると、ウォームホイール108とウォームギヤ107による減速機構を介して、電動アシストモータ106の出力軸が捩り方向に加振される。そして一般に、ウォームギヤ107は軸径が比較的小さいため、このウォームギヤ107の軸部を捩りばねとし、電動アシストモータ106の内部機構をマスとするばね-マス系が捩り方向へ共振し、この振動が、前記ステアリングコラムを更に加振するため、ステアリングホイール101が振動したり、ウォームホイール108とウォームギヤ107の啮合部に、バックラッシュによる歯打ち音が発生する問題が指摘されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のような問題に鑑みてなされたもので、その主な技術的課題とするところは、走行中の路面の凹凸等に起因するステアリングコラムの振動及びギヤの歯打音を有効に低減し得る電動パワーステアリング装置の防振構造を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述した技術的課題を有効に解決するための手段として、本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造は、電動アシストモータにより回転されるウォームギヤが、操舵出力軸に装着されたウォームホイールと啮合した構造を備える電動パワーステアリング装置において、前記ウォームホイールが、ハブの外周に軸方向に並んで同心的かつ捩り変位可能に配置された互いに同一歯数・同一ピッチの第一及び第二ギヤと、これら第一及び第二ギヤをその歯の位相が互いに異なる状態で前記ハブに弾性的に連結する弾性体とを備え、前記第一及び第二ギヤの歯が前記ウォームギ

ヤの歯を嚙合位置で円周方向両側から挟み込むものである。このため、嚙合部を介しての振動の伝達を弾性体によって吸収し、嚙合部のバックラッシュを解消して、歯打音の発生を有効に防止することができる。

【0007】また、上述した技術的課題を有効に解決するための他の手段として、本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造は、電動アシストモータの出力軸に相対回転が阻止されると共に軸方向移動可能な状態に係合されたスライダが、中空に形成されたウォーム軸の端壁部の内周に、スプリングの付勢力によって軸方向移動可能な状態に螺合され、このスライダに、前記端壁部に軸方向両側から当接可能なストッパが設けられ、前記スプリングが、前記スライダを、前記ストッパを前記端壁部と非接触とする中立位置に向けて付勢してなるものである。このため、モータ出力軸の回転が停止した状態においては、スライダが前記中立位置に保持されることによって、ウォームギヤから電動アシストモータの出力軸への振り振動伝達が遮断されるものである。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る防振構造を備えた電動パワーステアリング装置の一部を概略的に示すもので、参照符号1はステアリングコラムの操舵出力軸、2はこの操舵出力軸1に取り付けられたウォームホイール、3は電動アシストモータ、4はこの電動アシストモータ3の出力軸に連結され軸心が前記操舵出力軸1と直角に延びるウォーム軸である。このウォーム軸4の外周に形成されたウォームギヤ41は、前記ウォームホイール2と嚙合している。本発明に係る防振構造の第一の実施形態においては、前記ウォームホイール2は、操舵出力軸1に固定された円盤状のハブ21と、このハブ21の外周に配置された第一及び第二ギヤ22、23と、これら第一及び第二ギヤ22、23を前記ハブ21の外周面に弾性的に連結する弾性体24とを備える。

【0009】図2及び図3に一層明確に示されるように、第一及び第二ギヤ22、23は、互いに同一歯数・同一ピッチであって、ハブ21の外周に、軸方向に並んで同心的かつ振り変位可能に配置されている。よく知られているように、前記ウォームギヤ41の歯41aは、螺旋状に延びるものであるため、このウォームギヤ41と嚙合する前記第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aは、歯面が円周方向に対して前記ウォームギヤ41の歯41aと対応する角度で傾斜しており、ウォームギヤ41の歯41aは、前記第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aに跨って嚙合されるようになっている。

【0010】弾性体24は、エラストマ（ゴム又はゴム状弾性材料）で成形されたものであって、ハブ21の外周面と第一及び第二ギヤ22、23との間に加硫接着により接合されている。また、第一及び第二ギヤ22、23は、その歯22a、23aの位相が互いに異なる状態

で、前記弾性体24に接合されており、この位相ずれの大きさは、ウォームギヤ41に嚙合せない自由状態では、ウォームギヤ41の歯41aと第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aとの円周方向隙間よりも適宜大きく設定されている。このため、ウォームギヤ41との嚙合部においては、このウォームギヤ41の歯41aを円周方向両側から挟み込むように嚙合するものである。

【0011】上記構成を備える電動パワーステアリング装置の防振構造によれば、例えば走行中の路面の凹凸等によって、車軸側から操舵出力軸1を介してウォームホイール2に振り振動が入力されても、ウォームギヤ41へのこの振動の伝達が、弾性体24によって吸収されるので、電動アシストモータ3の出力軸への加振が抑えられる。このため、ウォーム軸4を振りばねとし、電動アシストモータ3の内部機構をマスとするばね-マス系の共振や、これによるステアリングコラムへの更なる加振を、有効に抑制することができる。

【0012】また、ウォームギヤ41とウォームホイール2の嚙合部では、電動アシストモータ3によって回転されるウォームギヤ41の歯41aが、第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aを円周方向両側へ変位させるように介入し、これによって、弾性体24が振り変形を受ける。したがって、図3に示されるように、第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aが、弾性体24の復帰力によって、ウォームギヤ41の歯41aに、円周方向両側から挟み込むように嚙合することになる。このため、嚙合部のバックラッシュが解消され、歯打音の発生を低減又は防止することができる。

【0013】更に、この実施形態による防振構造は、ウォームホイール2のハブ21に、第一及び第二ギヤ22、23をエラストマからなる弾性体24で連結した簡素な構造であるため、低コストで所要の防振効果を実現することができる。

【0014】次に図4は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造の好ましい第二の実施形態を示すもので、上記第一の実施形態と異なるところは、第一及び第二ギヤ22、23を、その歯22a、23aの位相が互いに異なる状態でハブ21に弾性的に連結する弾性体24が、前記ハブ21の外周面に適当な締め代をもって圧入嵌着された一対の金属環25、26と、第一及び第二ギヤ22、23との間にそれぞれ加硫接着されている点にある。

【0015】詳しくは、金属環25、26は、それぞれ内周筒部25a、26a及び鈔部25b、26bからなる略L字形の断面形状を呈し、前記鈔部25b、26bがハブ21の両端面と面位置になるように、ハブ21の外周面に互いに対称に嵌着されている。また、弾性体24は、第一ギヤ22と金属環25の間に加硫接着された部分24Aと、第二ギヤ23と金属環26の間に加硫接

着された部分24Bに分離しており、それぞれ、第一及び第二ギヤ22、23と金属環25、26の対向周面間から、この金属環25、26の鍔部25b、26bとの対向端面間にかけて延びる、略し字形の断面形状を呈する。

【0016】その他の部分は、先に説明した図1と基本的に同様に構成されているため、同一符号を付して、説明を省略する。

【0017】この実施形態によれば、先に説明した第一の実施形態と同様の効果を実現するものであるが、特に、ウォームホイール2が、弾性体24A、24Bを第一及び第二ギヤ22、23と金属環25、26の間に加硫接着した後、金属環25、26をハブ21の外周面に圧入嵌着して組み立てられるため、その過程で、金属環25、26の内周筒部25a、26aが拡張されることによって、成形後の収縮に起因する弾性体24A、24Bの内部引張応力が緩和又は解消され、その耐久性を向上させることができる。また、第一及び第二ギヤ22、23の歯22a、23aの位相差は、金属環25、26をハブ21の外周面に圧入嵌着する際に、任意に設定することができる。

【0018】次に図5は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造の第三の実施形態を示すもので、図中の参照符号5は、先に説明した図1に示される電動アシストモータ3の出力軸（以下、モータ出力軸という）、参照符号6は、このモータ出力軸5に外挿されたスライダである。スライダ6は、モータ出力軸5にキー又はスプライン51によって軸方向移動可能に係合され、このモータ出力軸5と共に回転するようになっている。

【0019】スライダ6は、ウォーム軸4におけるモータ側の端壁部42の内周面と螺合している。詳しくは、スライダ6の外周面には雄螺子部61が形成され、一方、外周面にウォームギヤ41が形成されたウォーム軸4は中空であって、その端壁部42の内周面には雌螺子部43が形成されており、前記スライダ6は、この端壁部42に挿入されると共に、前記雄螺子部61と雌螺子部43同士で螺合している。そして、モータ出力軸5の先端部は、前記スライダ6を介してウォーム軸4の中空部に挿入された状態にある。

【0020】モータ出力軸5には、その先端部と軸方向所定位置に、鍔状の一对のスプリング保持部52、53が形成されている。このスプリング保持部52、53間の距離は、スライダ6の軸方向長さよりも長く、ウォーム軸4の端壁部42は、スプリング保持部52、53間の距離の中間位置にある。

【0021】スライダ6の軸方向両端には鍔状のストッパ62、63が形成されており、モータ出力軸5に形成されたスプリング保持部52、53は、このストッパ62、63の軸方向両側に位置している。また、一方のス

プリング保持部52とストッパ62の対向距離 L_1 と他方のスプリング保持部53とストッパ63の対向距離 L_2 の和は、ウォーム軸4の端壁部42の内側面42aと一方のストッパ62の対向距離 L_3 と前記端壁部42の外側面42bと他方のストッパ63の対向距離 L_4 の和よりも大きい（ $L_1 + L_2 > L_3 + L_4$ ）。

【0022】スプリング保持部52、53とストッパ62、63の間には、それぞれエラストマからなる筒状のスプリング7A、7Bが介装されている。また、ウォーム軸4の端壁部42に形成された雌螺子部43と、これに螺合したスライダ6の雄螺子部61は、スプリング7A又は7Bの付勢力によってスライダ6が軸方向へ移動可能となるように、リード（螺子の1回転で軸方向へ動く距離）が大きく設定されている。

【0023】以上の構成において、図6に示されるように、モータ出力軸5が矢印R₁方向へ回転した場合は、このモータ出力軸5と共に回転されるスライダ6が、雄螺子部61と雌螺子部43の螺合による螺子推進力によって、ウォーム軸4の中空部内へ向けて、スプリング7Aを圧縮しながら軸方向移動する。そして、この軸方向移動によってスライダ6のストッパ63がウォーム軸4の端壁部42の外側面42bと当接した時点で、モータ出力軸5のR₁方向の駆動トルクがスライダ6からウォーム軸4へ伝達され、ウォームギヤ41とウォームホイールの噛合部を介して、補助操舵トルクとしてステアリングコラムに与えられる。

【0024】次に、図7に示されるように、モータ出力軸5が矢印R₂方向へ回転した場合は、このモータ出力軸5と共に回転されるスライダ6が、雄螺子部61と雌螺子部43の螺合による螺子推進力によって、ウォーム軸4の外側（モータ側）へ向けて、スプリング7Bを圧縮しながら軸方向移動する。そして、この軸方向移動によってスライダ6のストッパ62がウォーム軸4の端壁部42の内側面42aと当接した時点で、モータ出力軸5のR₂方向の駆動トルクがスライダ6からウォーム軸4へ伝達され、ウォームギヤ41とウォームホイールの噛合部を介して、補助操舵トルクとしてステアリングコラムに与えられる。

【0025】また、モータ出力軸5の回転が停止した場合は、図8に示されるように、スライダ6は、スプリング7A又は7Bの付勢力によって、ストッパ62、63がウォーム軸4の端壁部42と非接触となる中立位置に保持される。例えば、図6に示された状態から、モータ出力軸5の回転が停止した場合は、 $L_1 - L_4$ の長さに圧縮されたスプリング7Aの反発力によって、スライダ6は、ある程度の回転を伴いながら前記中立位置へ押し戻される。したがって、車両走行中の路面の凹凸等に起因する振り振動がウォーム軸4に入力されても、この振り振動によるトルクは、雄螺子部61と雌螺子部43の螺合部においてスライダ6の軸方向変位に変換され、モ

ータ出力軸 5 には殆ど伝達されない。

【0026】また、上述のように、ウォーム軸 4 に振り振動が入力されることに伴うスライダ 6 の軸方向変位は、その両側に存在するスプリング 7 A、7 B の変形を伴って行われる。そして、このスプリング 7 A、7 B を形成しているエラストマは、変形を受けることによって内部摩擦による減衰を生じるので、適度な振動減衰効果が得られる。

【0027】更に、この実施形態による防振構造は、スライダ 6 と、これを付勢するエラストマからなるスプリング 7 A、7 B による簡素な構造であるため、低コストで所要の防振効果を実現することができる。

【0028】

【発明の効果】本発明の請求項 1 に係る電動パワーステアリング装置の防振構造によれば、ウォームホイールのハブの外周に弾性体を介して連結した第一及び第二ギヤの歯で、ウォームギヤの歯を円周方向両側から挟み込むようにしたため、走行中の路面の凹凸に起因して、ステアリングコラム側からウォームホイールへ振動が入力されても、この振動は弾性体によって吸収されるので、電動アシストモータの出力軸への加振が有効に抑えられ、しかも啮合部のバックラッシュが解消されるため、歯打音の発生を防止することができる。

【0029】また、本発明の請求項 2 に係る電動パワーステアリング装置の防振構造によれば、モータ出力軸の回転が停止した状態においては、モータ出力軸とウォーム軸の間に介在するスライダが、スプリングによって、トルクの伝達を遮断する中立位置に保持されるので、走行中の路面の凹凸等に起因する振り振動がウォームホイールからウォーム軸に入力されても、この振り振動によるトルクは、モータ出力軸には殆ど伝達されず、したがって、電動アシストモータの出力軸への加振が有効に抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造の第一の実施形態を適用した電動パワーステアリング装置の一部を概略的に示す説明図である。

【図 2】上記第一の実施形態を、ウォームホイールとウォームギヤとの啮合部の断面で示す説明図である。 *

* 【図 3】上記第一の実施形態におけるウォームホイールとウォームギヤとの啮合状態を示す説明図である。

【図 4】本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造の第二の実施形態を、ウォームホイールとウォームギヤとの啮合部の断面で示す説明図である。

【図 5】本発明に係る電動パワーステアリング装置の防振構造の第三の実施形態を、ウォーム軸の軸心を通る平面で切断して示す断面図である。

【図 6】上記第三の実施形態において、モータ出力軸が R 1 方向へ回転した場合の動作を示す説明図である。

【図 7】上記第三の実施形態において、モータ出力軸が R 2 方向へ回転した場合の動作を示す説明図である。

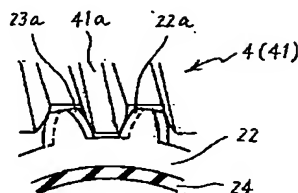
【図 8】上記第三の実施形態において、モータ出力軸が停止した場合の動作を示す説明図である。

【図 9】車両の電動パワーステアリング装置の概略構造を示す説明図である。

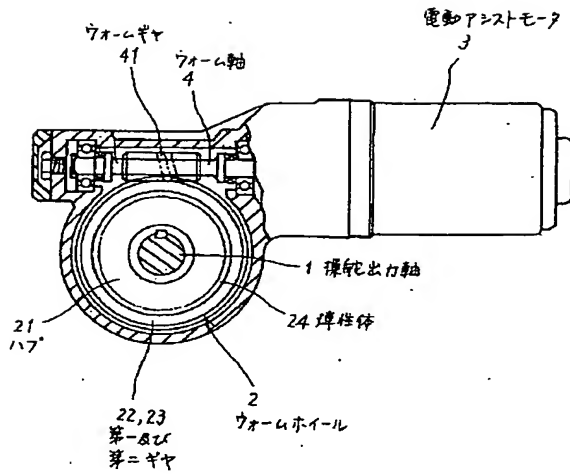
【符号の説明】

- 1 操舵出力軸
- 2 ウォームホイール
- 21 ハブ
- 22 第一ギヤ
- 22 a, 23 a, 41 a 歯
- 23 第二ギヤ
- 24, 24 A, 24 B 弾性体
- 25, 26 金属環
- 25 a, 26 a 内周筒部
- 25 b, 26 b 罅部
- 3 電動アシストモータ
- 4 ウォーム軸
- 41 ウォームギヤ
- 42 端壁部
- 43 雌螺子部
- 5 モータ出力軸（出力軸）
- 51 キー又はスプライン
- 52, 53 スプリング保持部
- 6 スライダ
- 61 雄螺子部
- 62, 63 ストップ
- 7 A, 7 B スプリング

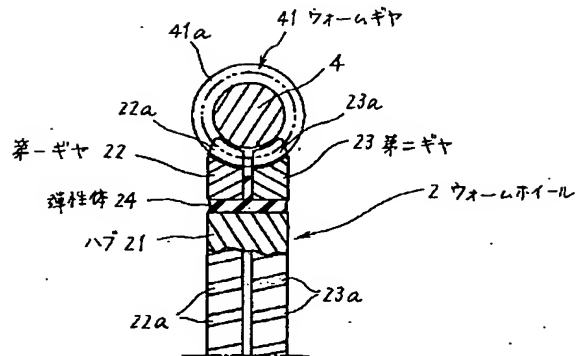
【図 3】



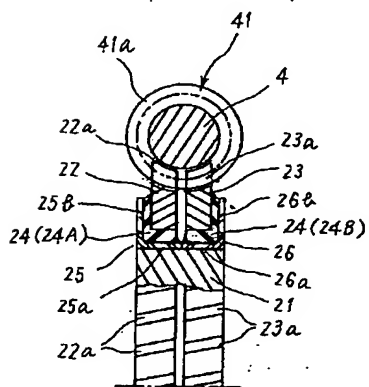
【圖 1】



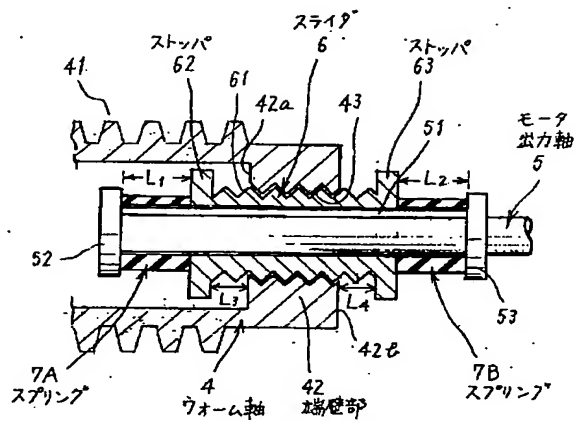
【圖2】



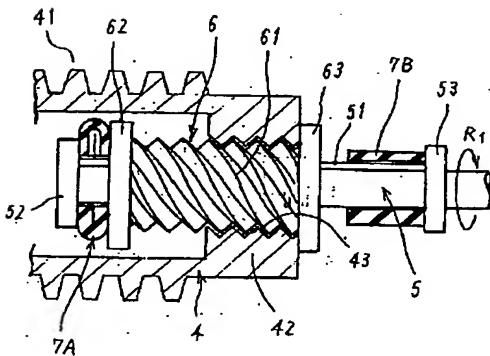
【圖 4】



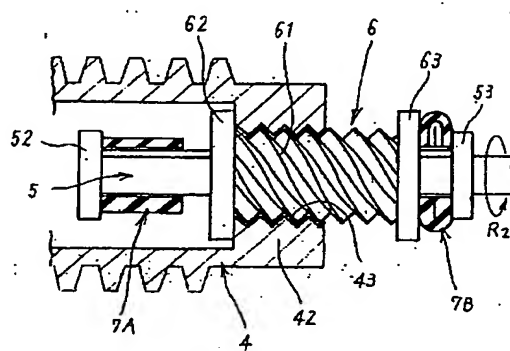
【図5】



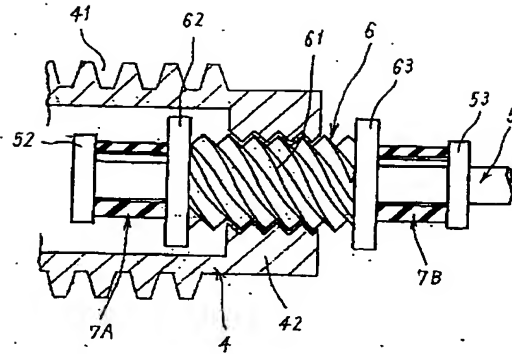
【図 6】



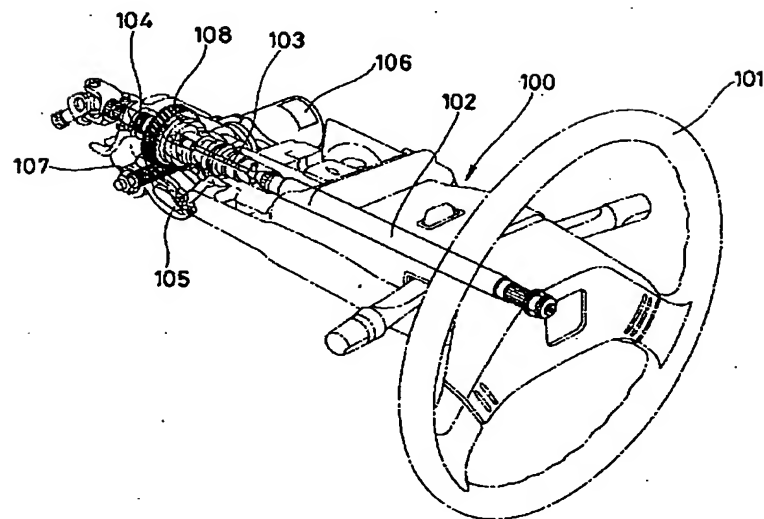
【圖 7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 米谷 光博
 神奈川県藤沢市辻堂新町4-3-1 エ
 ヌ・オー・ケー・メグラスティック株式会
 社内

Fターム(参考) 3D033 CA04
 3J030 AB02 AB04 BA03 BB16 BD06

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第5部門第2区分

【発行日】平成14年4月10日(2002. 4. 10)

【公開番号】特開2001-355700(P2001-355700A)

【公開日】平成13年12月26日(2001. 12. 26)

【年通号数】公開特許公報13-3557

【出願番号】特願2000-179497(P2000-179497)

【国際特許分類第7版】

F16H 19/04

B62D 5/04

F16H 55/24

【F I】

F16H 19/04

L

A

B62D 5/04

F16H 55/24

【手続補正書】

【提出日】平成13年10月26日(2001. 10. 26)

*【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

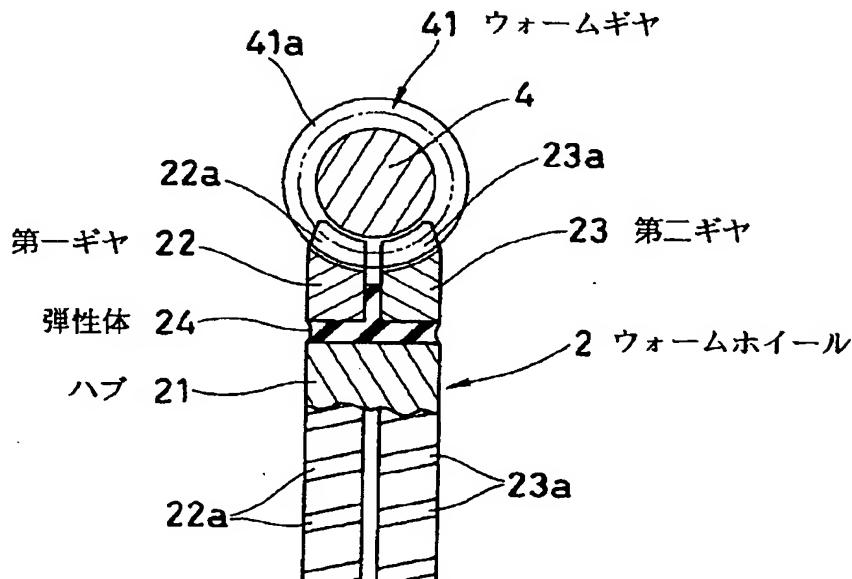
【補正内容】

【手続補正1】

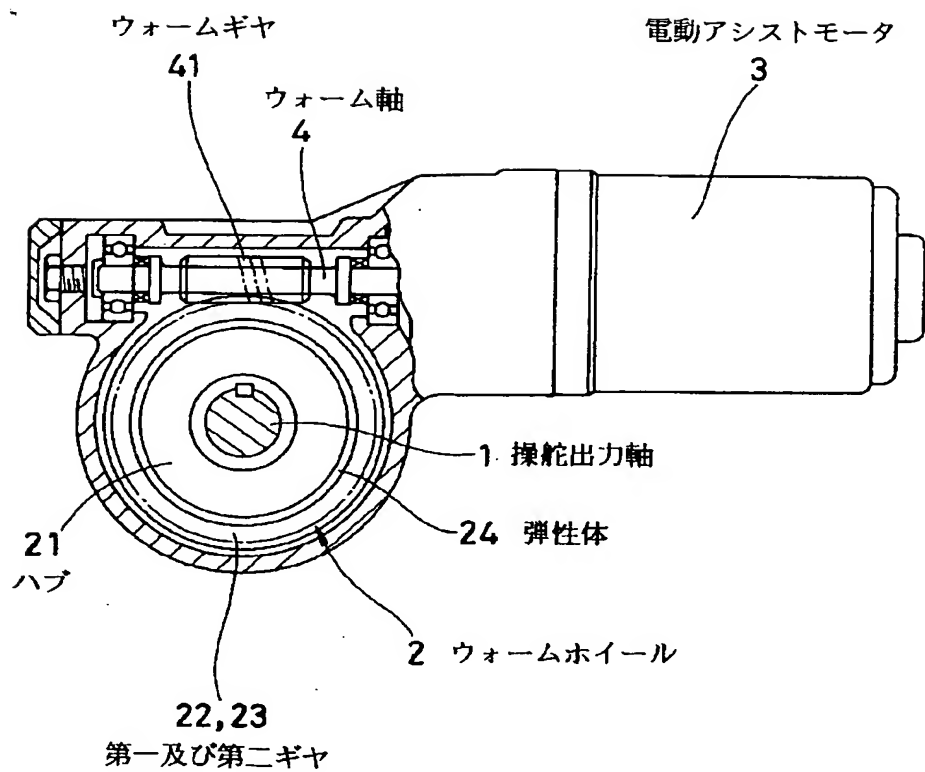
【補正対象書類名】図面

*

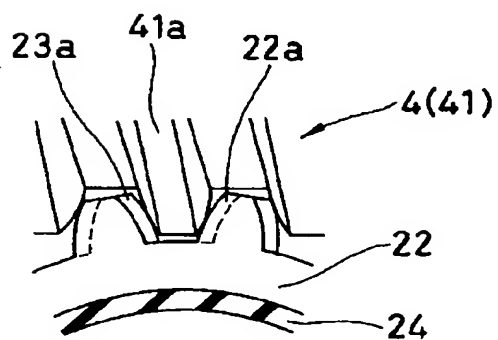
【図2】



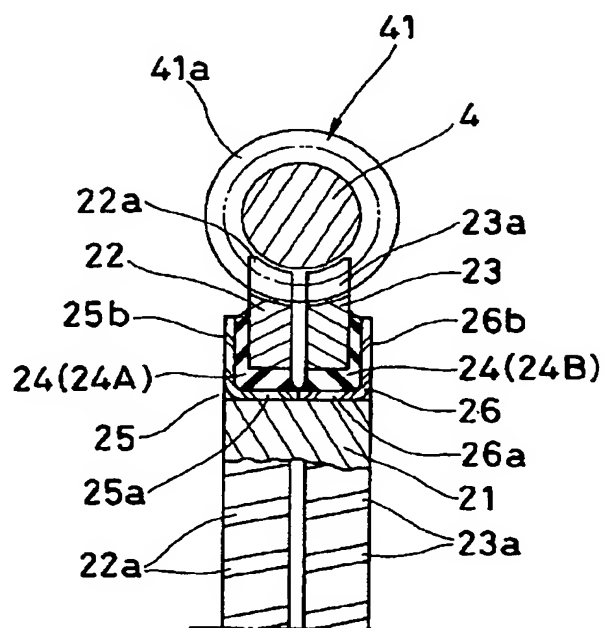
【図1】



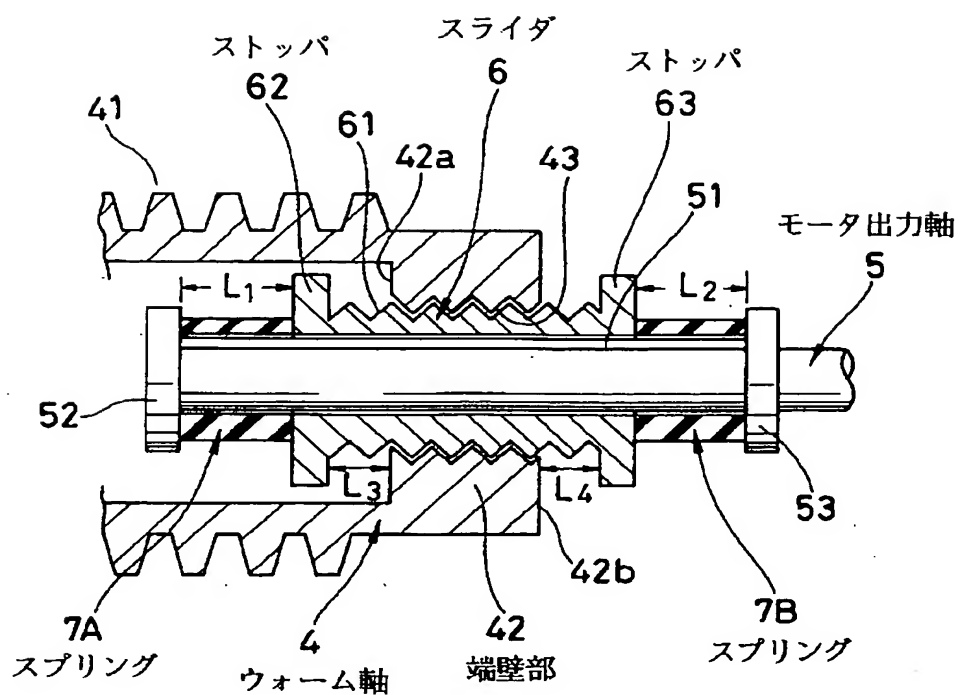
【図3】



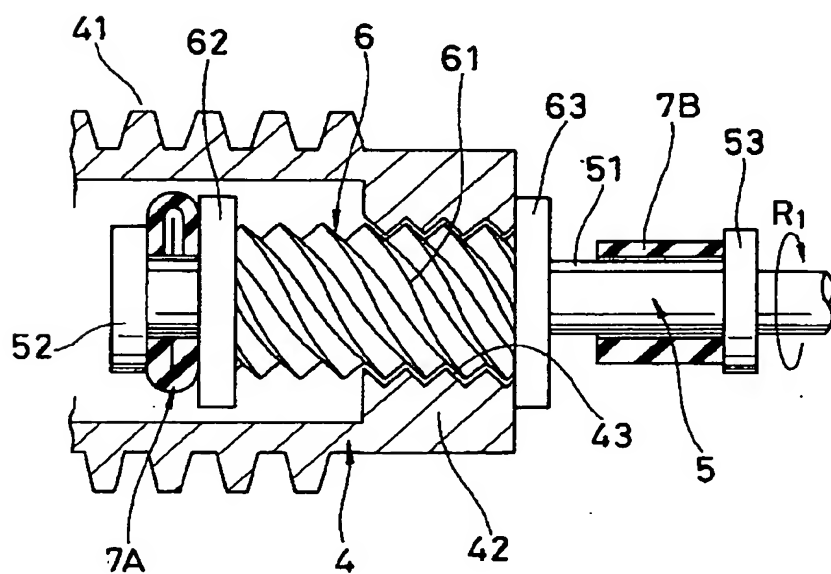
【図4】



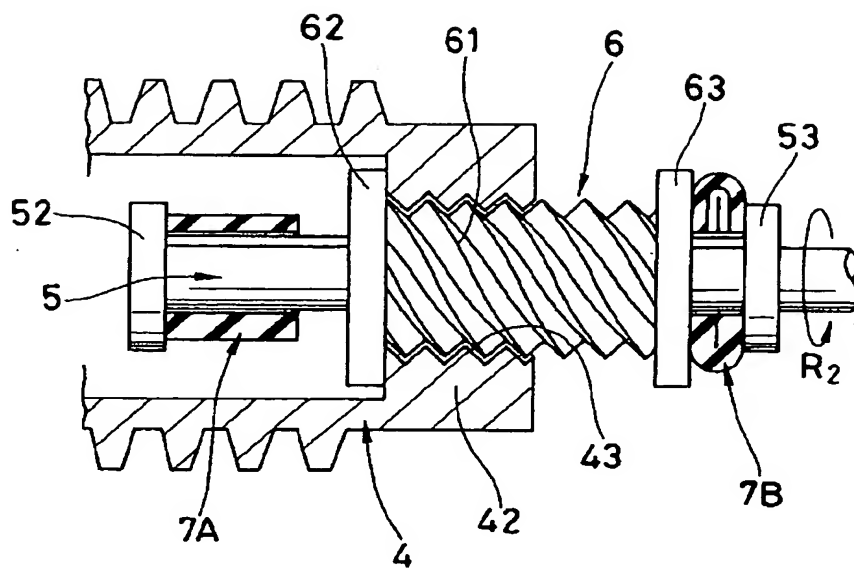
【図5】



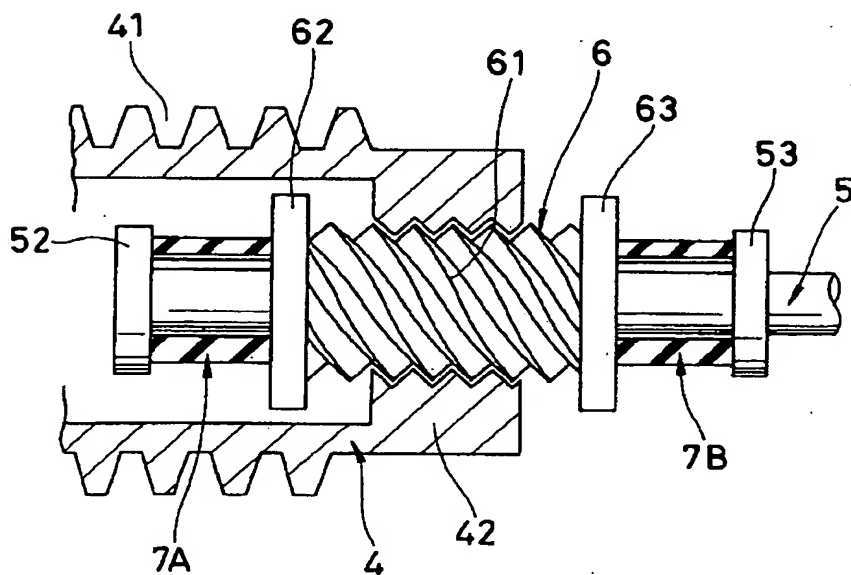
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

